

Polarisation de la lumière

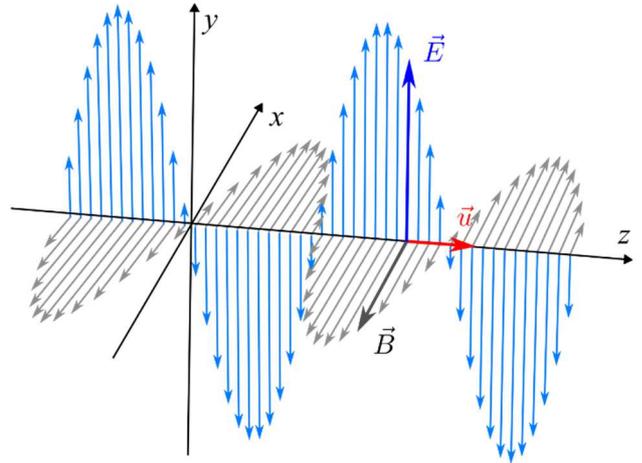
Onde lumineuse – Polarisation rectiligne

La lumière peut se manifester via des *aspects corpusculaires*, on décrit alors la lumière comme un flux de *photons*, ou bien via des aspects *ondulatoires* et on décrit alors la lumière comme un *champ électromagnétique* c'est-à-dire un *champ électrique* \vec{E} et un *champ magnétique* \vec{B} .

Exemple de lumière polarisée rectilignement dans le vide

Un rayon lumineux (axe Oz ci-contre) est associé à une onde lumineuse se *propageant dans la direction z* (vecteur unitaire \vec{u}).

Cette onde est *polarisée rectilignement dans la direction y* si le champ \vec{E} oscille selon cette direction : à tout instant et en tout point, le vecteur \vec{E} est parallèle à la droite (O, y) .



Pour une polarisation rectiligne, la direction du champ électrique \vec{E} est appelée *direction de polarisation* (ce champ est orthogonal à la direction de propagation c'est-à-dire orthogonal aux rayons lumineux).

Dans la suite, le champ magnétique \vec{B} ne sera plus représenté car les détecteurs utilisés en optique (et l'œil) sont sensibles au champ électrique.

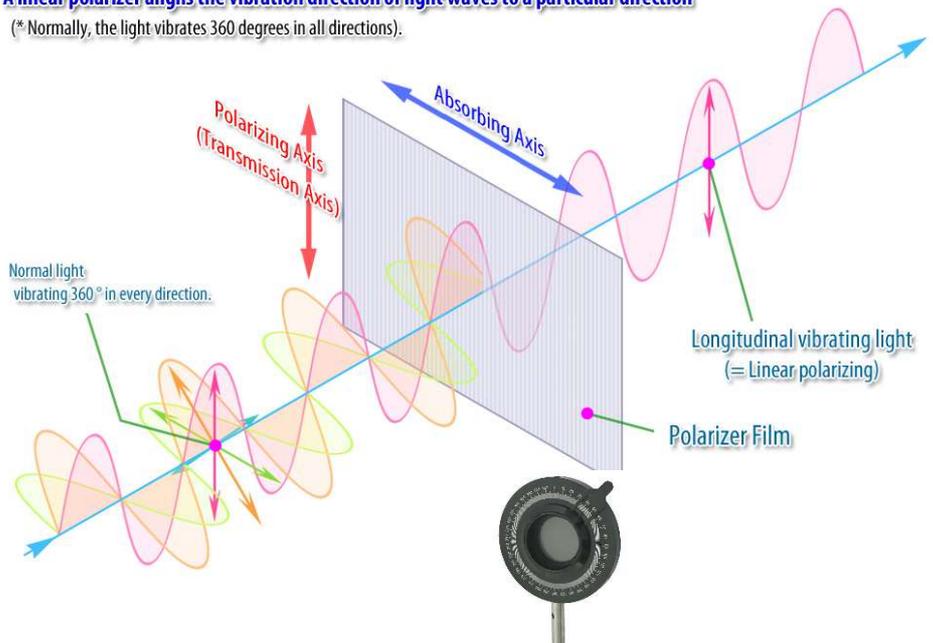
En général, la *lumière « naturelle »* (source thermique de lumière blanche par exemple) est *non polarisée* : en un point d'observation donné, la direction du champ \vec{E} fluctue aléatoirement à chaque instant.

En pratique, un *polariseur* placé dans un faisceau de lumière non polarisée permet de créer une *polarisation rectiligne* dans la direction de l'index de celui-ci.

Ci-contre, seul le champ électrique est représenté, les différentes couleurs correspondent à des polarisations différentes superposées dans la lumière non polarisée.

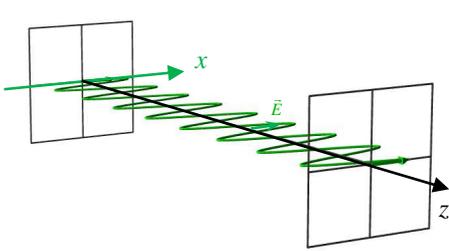
A linear polarizer aligns the vibration direction of light waves to a particular direction

(* Normally, the light vibrates 360 degrees in all directions).

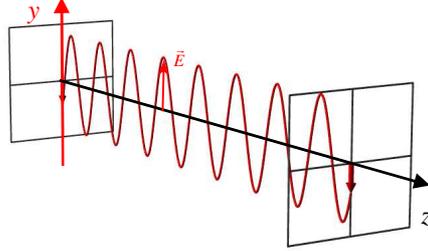


Une lumière polarisée circulairement ou elliptiquement peut être obtenue grâce à l'utilisation de *lames à retard de phase* réalisées dans un matériau *biréfringent* (cf. TP).

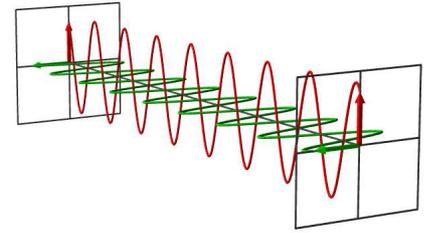
Le champ électrique \vec{E} associé à une onde se propageant dans la direction (O, z) (direction d'un rayon lumineux) possède deux composantes ou coordonnées dans le plan (xOy) orthogonal à la direction de propagation (les sinusoides représentent les oscillations de l'extrémité du vecteur \vec{E} au cours de sa propagation) :



Le champ peut osciller selon Ox.



Le champ peut osciller selon Oy.

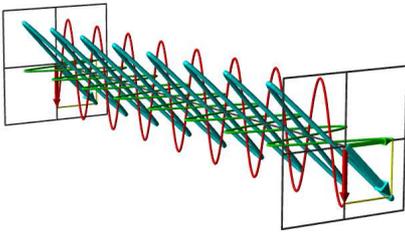


En général, le champ possède deux composantes qui oscillent. Le champ résultant est la **somme** de ces deux composantes.

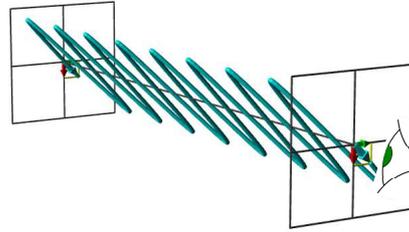
La nature de la polarisation dépend du déphasage φ entre ces deux vibrations (selon les deux directions Ox et Oy).

Il existe trois types de polarisation.

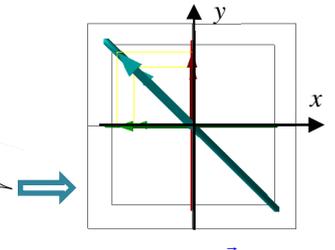
- ✓ La **polarisation rectiligne** : les deux composantes vibrent en **phase** ou en **opposition de phase** ($\varphi = 0$ ou $\pm\pi$). La direction du champ \vec{E} reste alors fixe au cours du temps. En un point d'observation donné, l'extrémité du vecteur champ décrit un segment de droite au cours du temps.



En bleu, le champ \vec{E} , somme des deux composantes **en phase ou en opposition de phase**, en rouge et en vert.

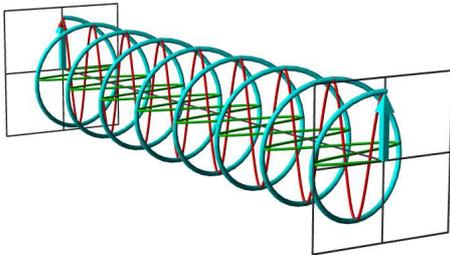


Le champ \vec{E} (représenté seul).

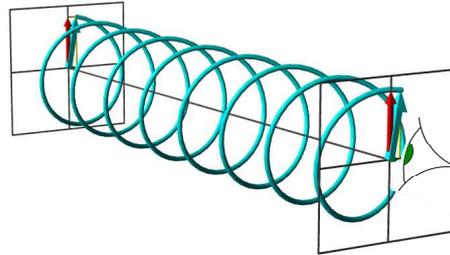


Oscillations de \vec{E} dans le plan (xOy) orthogonal au rayon lumineux.

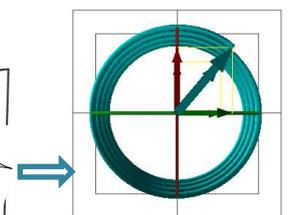
- ✓ La **polarisation circulaire** : les deux composantes **de même amplitude** vibrent en **quadrature** ($\varphi = \pm\pi/2$). En un point d'observation donné, l'extrémité du vecteur champ décrit un cercle au cours du temps.



En bleu, le champ \vec{E} , somme des deux composantes **de même amplitude et déphasées de $\pm\pi/2$** , en rouge et en vert.

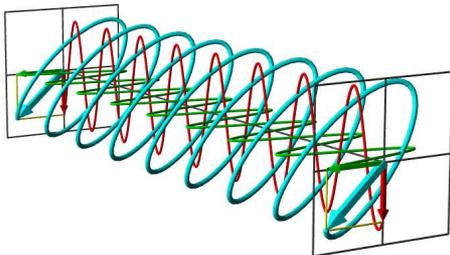


Le champ \vec{E} (représenté seul).

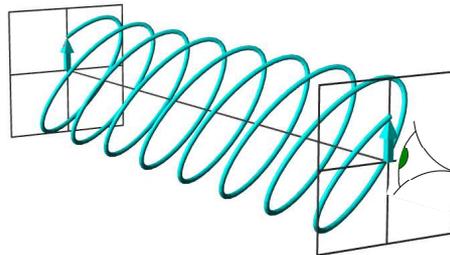


Observation de \vec{E} dans le plan (xOy) orthogonal au rayon lumineux.

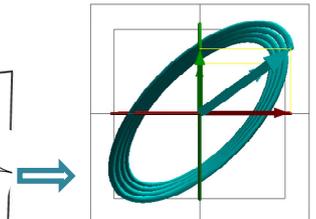
- ✓ La **polarisation elliptique** : le déphasage φ entre les deux composantes est quelconque ($\varphi \neq 0$, $\varphi \neq \pm\pi$ et $\varphi \neq \pm\pi/2$). En un point d'observation donné, l'extrémité du vecteur champ décrit un cercle au cours du temps.



En bleu, le champ \vec{E} , somme des deux composantes **déphasées d'une valeur quelconque** ($\varphi \neq 0$, $\varphi \neq \pm\pi$ et $\varphi \neq \pm\pi/2$), en rouge et en vert.



Le champ \vec{E} (représenté seul).



Observation de \vec{E} dans le plan (xOy) orthogonal au rayon lumineux.